

FORMING METHOD FOR SILICON NITRIDE FILM

Publication number: JP54123599 (A)

Publication date: 1979-09-25

Inventor(s): SHIBAGAKI MASAHIRO; YAMAZAKI TAKASHI; HORIKE YASUHIRO

Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- International: C01B21/068; C23C16/34; C01B21/00; C23C16/34; (IPC1-7): C01B21/06

- European: C23C16/34C

Application number: JP19780030728 19780317

Priority number(s): JP19780030728 19780317

Abstract of JP 54123599 (A)

PURPOSE: To form the title film with stable characteristics in a good mass production system by introducing nitrogen gas activated in a plasma generation chamber and SiH4 gas into a heated silicon nitride film deposition chamber so that the concn. of SiH4 becomes above a specific value after which they are reacted and deposited on a product to be treated. CONSTITUTION: N2 gas is supplied to inlet 2 of plasma generation chamber 4 consisting of waveguide 1 receiving microwave electric power and quartz glass discharge tube 3 piercing through waveguide 1 and having inlet 2 to activate the N2 gas in tube 3. The activated N2 gas is introduced into spherical silicon nitride film deposition chamber 6 through branched pipe 5, and at the same time, SiH4 gas diluted with Ar gas, etc. is supplied from SiH4 introduction pipe 7 so that the concn. of SiH4 gas becomes above 3 mol% in chamber 6. After regulating the partial press. of each gas by suction from exhaust pipe 8, the gases are reacted to deposit a silicon nitride film on Si wafer 9 heated to below 350 deg.C.

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

⑫公開特許公報 (A)

昭54—123599

⑪Int. Cl.²
C 01 B 21/06識別記号 ⑬日本分類
1 0 4 15 M 1庁内整理番号 ⑭公開 昭和54年(1979)9月25日
7508—4G発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭シリコン窒化膜の形成方法

東京芝浦電気株式会社総合研究
所内

⑮特 願 昭53—30728

⑯発 明 者 堀池靖浩

⑰出 願 昭53(1978)3月17日

川崎市幸区小向東芝町1番地

⑰発 明 者 柴垣正弘

東京芝浦電気株式会社総合研究
所内川崎市幸区小向東芝町1番地
東京芝浦電気株式会社総合研究
所内

⑰出 願 人 東京芝浦電気株式会社

川崎市幸区堀川町72番地

同 山崎隆

⑰代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名

川崎市幸区小向東芝町1番地

明 細 書

1. 考案の名称

シリコン窒化膜の形成方法

2. 特許請求の範囲

予めプラズマ発生室で窒素ガスを活性化させ、活性窒素ガスとした後、この活性窒素ガスとモノシランガスを加熱されたシリコン窒化膜堆積室に該モノシランガスの流量が3モル%以上となるように導入し、各ガスを反応させて該堆積室内の被処理物上にシリコン窒化膜を堆積せしめることを特徴とするシリコン窒化膜の形成方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明はシリコン窒化膜の形成方法の改良に関するものである。

周知の如く、シリコン窒化膜はアルカリイオン、水に対して優れた耐性を示すこと、耐酸化性が良好なこと、絶縁性が高いこと等の種々の特性を有するため、近年、半導体製造工程に多用されている。

ところで、従来、シリコン窒化膜を形成する

には、モノシラン(SiH_4)とアンモニア(NH_3)を700℃以上で熱分解反応させ、その反応物を被処理物(たとえばシリコンウエハー)上に膜相成長させる方法が採用されている。この場合、膜相成長は通常、大気圧中で行なわれるが、シリコン窒化膜の均一性を高める観点から、1.0～1.00 Torrの減圧下で行なわれる傾向にある。しかしながら、この方法にあつては、モノシランとアンモニアを熱分解反応させるには700℃以上に加熱しなければならず、シリコンウエハーの熱劣化を招き、とりわけシリコン窒化膜をアルミニウム配線後の半導体素子の保護膜として用いる場合、該アルミニウム配線層がシリコン窒化膜の形成に際しての高温加熱(700℃以上)により溶融して配線乱れを招く欠点がある。

このようなことから、最近、高周波放電によるプラズマ発生室でモノシランとアンモニア又は窒素を解離活性化させ、それらの化学的活性膜を利用して低温(350℃以下)でシリコン窒化膜を形成する、いわゆるプラズマCVD法が提案さ

れている。この方法によればアルミニウム配線後の半導体素子に酸配線部の熱劣化を招くことなく保護膜としてのシリコン窒化膜を形成できるものの、次のような種々の欠点を有し実用的ではない。

(1) 形成されたシリコン窒化膜はモノシランやアンモニアの解離状態に強く依存し、化学量論比からはずれ易く、一般的にはシリコン量が多くなるため、電気的性質(たとえば誘電率等)が変動し易い。

(2) プラズマ発生室の荷電粒子の影響により半導体素子が電気的に損傷し、その結果、シリコン窒化膜形成後に半導体素子を熱処理(アニーラ処理)する必要がある。

(3) シリコン窒化膜の均一厚性はプラズマの密度分布に依存するため、広範囲にわたる一様なプラズマ密度分布を必要とするが、プラズマ密度分布を一様にするには装置設計上の困難を伴う。

(4) プラズマ発生室内でシリコン窒化膜の形

3

化膜を量産性よく形成でき、しかも該シリコン窒化膜の膜厚を簡単に制御し得る方法を見出した。

すなわち、本発明の方法は予めプラズマ発生室で窒素ガスを活性化させた活性窒素ガスとした後、この活性窒素ガスとモノシランガスを加熱されたシリコン窒化膜堆積室に該モノシランガスの濃度が3モル%以上となるように導入し、各ガスを反応させて酸堆積室内の被処理物上にシリコン窒化膜を堆積せしめることを特徴とするものである。

本発明におけるプラズマ発生室のプラズマ発生手段としては、高周波放電、マイクロ波放電が採用し得るが、とくにマイクロ波放電は安定したプラズマの発生を行なえ、しかも装置近傍の測定器に悪影響を及ぼさないため有益である。

本発明においてシリコン窒化膜堆積室に導入するモノシランガスの濃度を上記範囲に限定した理由はその濃度を3モル%未満にすると、形成されたシリコン窒化膜が化学量論比よりはず

成を行なうため、シリコン窒化膜の生長過程が観察できず、その結果膜厚のコントロールが困難となる。

(5) プラズマ発生室内でモノシランとアンモニア(又は窒素)の活性化、それらの反応とを同時に行なう、つまりパルス式で行なうため、多量のシリコン窒化膜の形成に適さず、仮に多量のシリコン窒化膜を形成しようとするプラズマ発生室を大規模化する必要がある。

これに対し、本発明者は上記種々の欠点を解消するために鋭意研究を重ねた結果、窒素を活性化するプラズマ発生室と、この活性窒素ガスとモノシランガスを反応させるプラズマ励起、電界が存在しないシリコン窒化膜堆積室とに分離し、かつ該膜堆積室内に導入されるモノシラン量を規制することによつて、各カスを低温(350℃以下)で反応できることは勿論、荷電粒子による半導体素子の損傷を招くことなく、均一厚さで化学量論比(N_1 原子数/ Si 原子数 ≈ 1.33)に近似し、安定した諸特性を有するシリコン窒

4

れてシリコンが多量含有するものとなり電気的特性の低下を招くからである。なお、モノシランガスを希釈するにあつては、たとえばアルゴンガス、ヘリウムガス、キセノンガス、クリプトンガス、水素ガス、或いは窒素ガス等の希釈ガスが使用される。

本発明に使用される被処理物としては、たとえばシリコンウエハー、シリコンウエハーに種々の処理を施した後アルミニウム配線を施した半導体素子等を挙げることができる。

次に、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

実施例

まず、図に示す如くマイクロ波電力が供給される導波管1と、この導波管1に貫通し、かつ一端に導入口2を有する石英ガラス封入放電管3とからなるプラズマ発生室4の導入口2に、窒素ガスを供給し、導波管1に680Wのマイクロ波電力を供給して放電管3内で窒素ガスを活性化する。つづいて、この活性窒素ガスを放電

管3の他端に連結した分岐導入管5を介して球状のシリコン窒化膜堆積室6に導入すると同時に、該堆積室6の頂部に連結したモノシラン導入管7からアルゴンガスで希釈されたモノシランガスを、該堆積室6内で膜厚が1モル%、2モル%、3モル%、10モル%及び50モル%となるように供給し、かつ堆積室6底部の排出管8から吸引してモノシランガスの分圧

(P_{SiH_4})を0.15 Torr、窒素ガス分圧(P_{N_2})を0.75 Torrとして各ガスを反応させ、堆積室6内に配位され、かつ350℃に加熱されたシリコンウエハー9上に5種のシリコン窒化膜を堆積させた。

しかして、得られた5種のシリコン窒化膜の組成比(N_2 原子量/Si原子量)を調べたところ、モノシランガス濃度が1モル%の場合は0.55、同濃度が2モル%の場合は1.0と化学量論比(1.33)よりシリコン量が多いのに対し、モノシランガス濃度が3モル%、10モル%、50モル%の場合(本発明方法)は、いずれも

7

形成膜質の一形態を示す部分断面図である。

1…導波管、3…反応管、4…プラズマ発生室、6…シリコン窒化膜堆積室、9…シリコンウエハー。

1.33 付近の値となり化学量論比に近似していることがわかった。

また、モノシランガス濃度を3モル%、10モル%、50モル%にすることにより得られた3種のシリコン窒化膜の諸特性を調べたところ、いずれもアルカリイオン水に対して優れた阻止能力を有し、耐酸化性、絶縁性も優れていることがわかった。

以上詳述した如く、本発明によれば原料ガスを低温(350℃以下)で反応できることは勿論、荷電粒子による半導体素子の損傷を招くことなく、均一膜で化学量論比(N_2 原子量/Si原子量=1.33)に近似し、安定した諸特性を有するシリコン窒化膜を量産性よく形成でき、しかも該シリコン窒化膜の膜厚を簡単に制御でき、もつてシリコンウエハーの保護膜形成、AL配線後の半導体素子の保護膜形成などに有効に利用できる等顕著な効果を有する。

4.図面の簡単な説明

図は本発明方法に用いられるシリコン窒化膜

8

